



Método de Potencial Espontâneo aplicado em aterro controlado no município de Caçapava do Sul/RS

Ana Carolina Oliveira dos Santos, graduanda pela Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA
 Fernanda Vargas de Mello, graduanda pela Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA
 Juliana de Souza Correa Kamphorst, graduanda pela Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA*
 César Augusto Moreira, professor adjunto - Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA

Copyright 2010, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no IV Simpósio Brasileiro de Geofísica, Brasília, 14 a 17 de novembro de 2010. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do IV SimBGf, mas não necessariamente representa a opinião da SBGf ou de seus associados. É proibida a reprodução total ou parcial deste material para propósitos comerciais sem prévia autorização da SBGf.

Resumo

No presente estudo foi aplicado o método de Potencial Espontâneo, por meio da técnica de Caminhamento Elétrico, em uma área de disposição de resíduos sólidos domiciliares. O estudo demonstrou a eficácia do método geofísico na detecção de zonas preferenciais de fluxo e sentido de fluxo subterrâneo na área de disposição de resíduos.

Introdução

A poluição dos solos e das águas subterrâneas constitui um fator preocupante devido ao risco a saúde da população e escassez da água potável.

O aumento exponencial na produção de lixo das últimas décadas é parte desta preocupação. O gerenciamento de resíduos sólidos envolve a logística de coleta, transporte, tratamento e disposição em áreas previamente licenciadas e construídas sob critérios técnicos, o que nem sempre acontece, pois consome tempo de vultosos recursos.

Desta forma, áreas muitas vezes inapropriadas são utilizadas para destinação final de resíduos. Tais áreas são vulgarmente denominadas “lixão”. Em contrapartida, os aterros controlados constituem uma forma organizada de disposição de resíduos, com o objetivo de minimizar os impactos ambientais, embora não necessariamente envolvam a impermeabilização do terreno.

O aterro sanitário é a forma tecnicamente adequada de disposição de resíduos, pois envolve a impermeabilização da base do terreno, construção de sistemas de drenos, condutos e tanque de coleta de chorume, além de sistema de captação de gases e cobertura constante dos resíduos.

Locais de deposição de resíduos sólidos são alvo de muitos estudos ambientais, pois o líquido que percola do lixo, o chorume, pode vir a ser causador de plumas de contaminação no subsolo (Laureano & Shiraiwa, 2008).

O chorume é originado a partir de processos biológicos, químicos e físicos da decomposição de resíduos orgânicos. O líquido lixiviado é um poluente que contém substâncias tóxicas e perigosas em forma sólida e gasosa, possui coloração escura e odor nauseante. Este

líquido pode apresentar elevadas concentrações dos íons cloreto, ferro e zinco. A dissolução do chorume nas águas da chuva e sua percolação no solo, em muitos casos, resultam na contaminação das águas subterrâneas.

Os estudos ambientais em aterros têm grande importância para prevenção de eventuais contaminações, bem como para detecção e monitoramento de áreas contaminadas. Existem duas formas básicas de investigação ambiental: direta ou indireta. A investigação direta está baseada em análise química em amostras de solo e água subterrânea. Esta forma de investigação possui um ponto negativo, pois apresenta caráter pontual e desconsidera as heterogeneidades intrínsecas ao meio geológico (Moreira & Braga, 2009). Entretanto, esta é a única forma de quantificação dos compostos químicos que constituem o contaminante.

A geofísica consiste numa ferramenta indireta de investigação ambiental, a qual é baseada em medidas de parâmetros físicos característicos dos materiais terrestres. A presença de contaminantes no ambiente pode alterar suas propriedades, numa gama de variação muitas vezes passível de detecção pela geofísica. A aplicação dos métodos geofísicos em estudos ambientais, essencialmente na caracterização e monitoramento de áreas contaminadas, é crescente diante da demanda de novas técnicas de investigação ambiental. A possibilidade de aquisição de dados em larga escala a um custo relativamente baixo, além da vantagem de produtos 1D, 2D e 3D, permite uma avaliação adequada do ambiente quando integrado a resultados diretos de investigação (Moreira et al., 2009).

Contudo, como forma indireta de investigação, os métodos geofísicos apenas resultam em investigações qualitativas a partir da caracterização de anomalias ao parâmetro físico investigado, sem quantificá-lo.

Segundo CETESB (2001), atualmente os métodos geofísicos têm sido amplamente utilizados em estudos ambientais devido a sua rapidez e custo relativamente baixo quando comparados a outras técnicas de investigação.

Diferentes métodos geofísicos (Eletrorresistividade, Polarização Induzida e Potencial Espontâneo) foram integrados por Lago et al. (2006) em uma área de disposição de resíduos sólidos urbanos em Bauru – SP, com a finalidade de obter uma caracterização geoambiental adequada. O uso conjunto destes métodos possibilitou resultados significantes. Os baixos valores de resistividade associados aos baixos valores de cargabilidade em pontos específicos dentro da zona

saturada permitiram identificar anomalias, de modo que caracterizou a presença de contaminação proveniente da disposição de resíduos sólidos. Através da análise dos dados obtidos pelo método de Potencial Espontâneo (SP) foi possível determinar a direção do fluxo da água subterrânea, o qual foi confirmado pelo método de Eletroresistividade. Com a utilização conjunta desses métodos foi possível ainda orientar a locação de ensaios por métodos diretos de investigação, assim como a locação adequada de poços de monitoramento na área. O presente estudo objetivou determinar zonas preferenciais de fluxo e sentido de fluxo subterrâneo na área de disposição de resíduos.

Problema Investigado/Metodologia

Área de estudos

A área de estudos é um aterro municipal controlado desativado, tipo vala, situado na Vila do Segredo, zona rural do município de Caçapava do Sul, Estado do Rio Grande do Sul (Fig. 1). No contexto geológico local, a área do aterro esta assentada no Complexo Granítico Caçapava do Sul.



Figura 1 – Localização da área de estudos (Adaptado de Google Earth, 2010).

A área de estudos foi utilizada entre dezembro de 1997 e fevereiro de 2006, como depósito de resíduos sólidos domiciliares oriundos do município de Caçapava do Sul. Nesta época a produção de resíduos domiciliares no município era de aproximadamente 10,2 toneladas/dia.

Procedimentos metodológicos

O estudo foi realizado entre os meses de dezembro/2009 e março/2010, período historicamente seco. Entretanto, houve períodos de chuva anômalos. Após a reunião dos dados disponíveis, as atividades de campo foram iniciadas com uma visita preliminar a área do aterro. Logo, os dados foram adquiridos por meio do método de Potencial Espontâneo.

Segundo Lowrie (2007), o método de Potencial Espontâneo é caracterizado pela realização de leitura de campo elétrico natural sem necessidade de quaisquer circuitos de injeção de corrente elétrica ou geração de campo eletromagnético.

De acordo com Lowrie (2007) e Telford et al. (1990), o potencial natural ou espontâneo é causado por ações eletroquímicas ou mecânicas. A água subterrânea é o agente mais importante no mecanismo de geração de potencial, devido a variações eletrolíticas.

A polaridade depende da composição da rocha e das mobilidades e propriedades químicas dos íons nas águas dos poros, mas comumente a região para onde flui a água subterrânea é eletronegativa em relação à área de origem (Milsom, 2003).

O trabalho de Nyquist & Corry (2002) analisa o modelo proposto por Sato & Mooney (1960), e concordam que anomalias detectadas em corpos de sulfeto resultam de processos químicos de oxidação/redução. Porém, propõem que um fio conectado a dois materiais imersos num eletrólito com potencial de oxidação/redução suficientemente distintos para que haja uma reação espontânea, é possível medir um valor de potencial elétrico. Os autores sugerem que em estudos de contaminação ambiental, um arranjo dipolar mede meramente a diferença de potencial entre os pares de eletrodos, respectivamente posicionados sobre a anomalia e fora da área de influência, que pode ser representada por uma pluma de contaminação.

No presente estudo foi utilizada a técnica de Caminhamento Elétrico em arranjo de Base Fixa. A técnica de Caminhamento Elétrico consiste na investigação lateral do parâmetro físico em uma ou mais profundidades, para isto os eletrodos de transmissão e recepção são fixados em superfície e as leituras são processadas com a movimentação dos eletrodos de recepção ao longo da linha de aquisição. Esta técnica permite a aquisição de dados em duas dimensões (2D).

O arranjo de Base Fixa é caracterizado pelo uso de apenas um par de eletrodos A e M, sendo M fixo na superfície e A movido ao longo do arranjo. Foi realizada uma malha irregular com pontos espaçados a cada 5 metros, em um total de 342 pontos (Fig. 2).

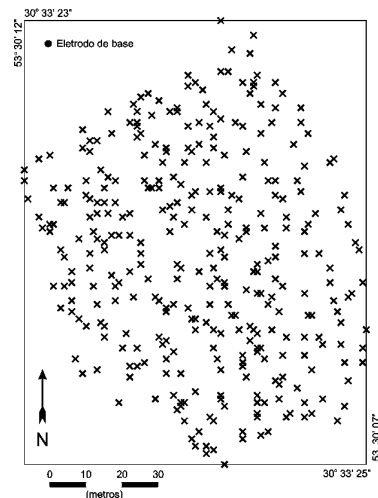


Figura 2 – Pontos de leitura de potencial espontâneo.

A malha consistiu em um eletrodo de medição fixado a montante do fluxo e outro móvel, medindo a diferença de potencial após o fechamento do circuito. O método de Potencial Espontâneo foi realizado com eletrodos não polarizáveis, constituídos por uma solução a base de sulfato de cobre.

Neste trabalho foi utilizado o resistivímetro SYSCAL Pro, fabricado pela Iris Instruments (França), com 250 W de potência, 2,5 A de corrente máxima, resolução de até 1 μV e 10 canais simultâneos de leitura.

Os dados de potencial elétrico natural foram tabelados e processados no programa Surfer e apresentados sob a forma de mapa de superfícies de isovalores. As medidas em campo foram georreferenciadas por GPS portátil, marca Garmin, modelo E-trex Vista. Os valores de latitude, longitude e cota foram tabelados e processados no programa Surfer e apresentados sob a forma de mapa de altitude geométrica, seguindo os isovalores de cota.

O Surfer é um pacote de programas gráficos comerciais, utilizados para o cálculo e a confecção de mapas de variáveis por meio de métodos de interpolação.

Para interpolação dos dados de ambos os mapas, foi adotado o método de vizinhança ou ligação simples (*natural neighbor*), onde os grupos iniciais são determinados pelos mais altos coeficientes de associação mútua, ou seja, para a admissão de novos membros é suficiente determinar quais os representantes de maior coeficiente de associação com um dos elementos de determinado grupo (Landim, 2004).

A escolha do método de interpolação foi devido à fidelidade aos valores interpolados e limitação da superfície aos valores extremos de entrada.

Resultados

Os dados de relevo são apresentados em mapa (Fig. 3).

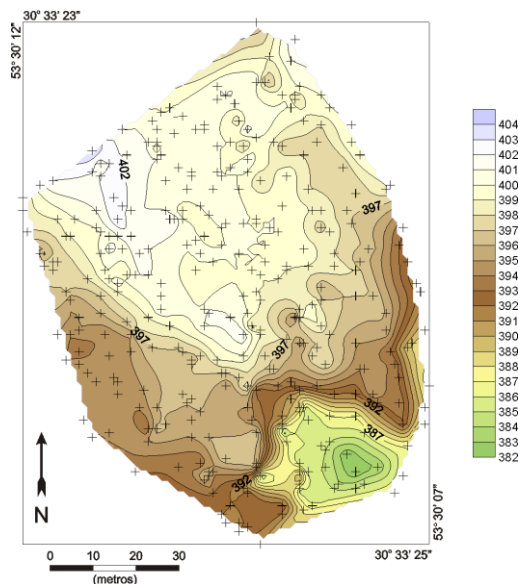


Figura 3 – Mapa de altitude geométrica da área de estudos.

É possível observar que existe uma grande área entre o centro e o norte com superfície mais elevada e plana

(cores claras no mapa), a qual possui declividade acentuada a sudeste e suavizada a sudoeste. Na região sul, a declividade é significativamente acentuada. Os dados de potencial elétrico natural são apresentados sob a forma de superfície de isovalores (Fig. 4).

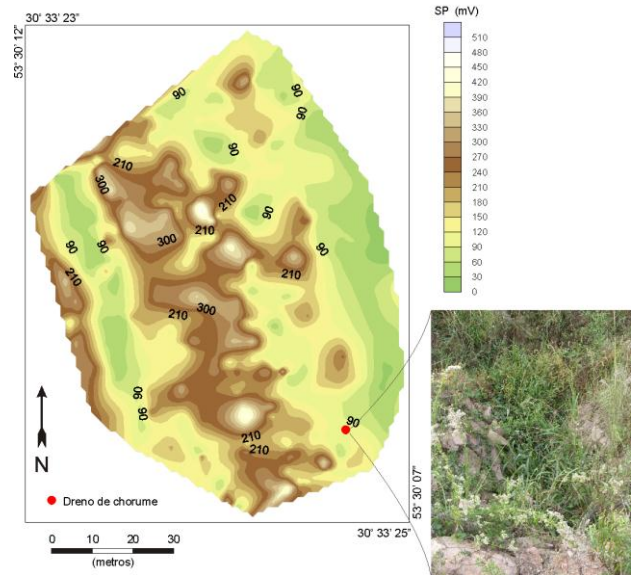


Figura 4 – Mapa de Potencial Espontâneo interpretado.

Os valores de potencial espontâneo natural variam de 0 mV a 510 mV, com predomínio de valores acima de 150 mV na faixa central da área com direção NNW/SSE, onde prevalece relevo plano e mais elevado.

As regiões leste e oeste da área com direção NNW/SSE e valores abaixo de 150 mV, coincidem com as áreas de declive. Esta descrição indica a geração de potencial de fluxo originado nas áreas elevadas (elevado potencial elétrico) e fluxo para as áreas mais baixas.

A região de declive à SSE e com valores abaixo de 150 mV pode ser explicada pela presença de um dreno. A área destacada no mapa apresenta desnível de norte para sul. Desta forma, o sentido leste/oeste segue os isovalores do relevo.

Contudo, existe lateralmente um grande contraste de valores de potencial elétrico entre a área em destaque no mapa e áreas ao redor. Este contraste pode estar associado à presença de uma provável continuidade do dreno.

Discussão e Conclusões

O cruzamento entre o mapa de altitude geométrica e o mapa de potencial elétrico natural indica que existe uma relação entre declividade e potencial de fluxo. Os baixos valores de voltagem representam a zona de fluxo, devido à presença de ânions que fluem concomitantemente com o fluxo.

O mapa de potencial espontâneo apresenta uma diferença clara entre valores altos e baixos. Desta forma, as zonas de alto potencial estão à montante do fluxo e as zonas de baixo potencial a jusante.

Desta forma, o método de Potencial Espontâneo foi satisfatório na determinação da direção do fluxo subterrâneo. Há uma relação entre um dreno aflorante na

área e baixos valores de potencial elétrico. O prolongamento desta anomalia de forma alongada na área do depósito é um indicativo da continuidade deste dreno na base do aterro.

Agradecimentos

À Prefeitura Municipal de Caçapava do Sul pelo acesso à área de estudos, e em especial aos funcionários Sr. Pacífico José Vargas e Sr. Nilvo Torres Dorneles pela contribuição no levantamento de dados da área.

À Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA por disponibilizar os equipamentos.

Aos colegas Adriano Seixas, Hasan Shihadeh, Laurício Terra, Lenon Ilha e Mônica Oliveira e aos funcionários da Unipampa, Gustavo Lima e Guilherme Casanova pela contribuição na etapa de aquisição dos dados.

Referências

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 2001. **Manual de gerenciamento de áreas contaminadas / CETESB**. Coord. SERPA, E. L.; MARKER, A.. 2. ed.. São Paulo. 389p.

Google Earth. Versão 4.3 (beta), 2010. Europa Technologies - US Dept. of state Geographer.

Lago, A. L., Elis, V. R. & Giacheti, H., 2006. Aplicação integrada de métodos geofísicos em uma área de disposição de resíduos sólidos urbanos em Bauru – SP. **Revista Brasileira de Geofísica**, Rio de Janeiro, v. 24, n.3: 357 – 374.

Landim, P. M. B., 2004. **Análise estatística de dados geológicos**. 2 ed.. São Paulo: Edunesp. 253p.

Laureano, A. T. & Shiraiwa, S., 2008. Ensaio Geofísicos no Aterro Sanitário de Cuiabá – MT. **Revista Brasileira de Geofísica**, Rio de Janeiro, v. 26, n.2: 173-180.

Lowrie, W., 2007. **Fundamentals of Geophysics**. Second Edition. New York: Cambridge University Press. 375p.

Millsom, J., 2003. **Field Geophysics – The geological field guide series**. Third edition. London: Wiley. 249p.

Moreira, C. A. & Braga, A. C. de O., 2009. Anomalias de Cargabilidade em Aterro de Resíduos Sólidos Domiciliares. **Revista Brasileira de Geofísica**, Rio de Janeiro, v. 27, n.1: 55-62.

Moreira, C. A., Braga, A. C. de O. & Fries, M., 2009. Degradação de resíduos e alterações na resistividade elétrica, pH e Eh. **Revista Brasileira de Geofísica**, Rio de Janeiro, v. 27, n.2: 283-293.

Nyquist, J. E. & Corry, C. E., 2002. Self-potential: The ugly duckling of environmental geophysics. **The Leading Edge**, v. 1: 446-451.

Sato, M. & Mooney, H. M., 1960. The electrochemical mechanism of sulfide selfpotential. **Geophysics**, v. 25, n. 1: 226-249.

Telford, W. M., Geldart, L. P. & Sheriff, R. E., 1990. **Applied Geophysics**. 2 ed.. New York: Cambridge University Press. p. 774.